

ASPECTOS PRINCIPAIS RELACIONADOS À INCINERAÇÃO DE REJEITOS RADIOATIVOS DE NÍVEL BAIXO

Eng. André Wagner Oliani Andrade
Dra. Bárbara Maria Rzycki

IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Setor de Tratamento de Rejeitos Radioativos,
Efluentes Químicos e Resíduos Industriais

Av. Prof. Lineu Prestes, 2242
Cid. Universitária - Butantã - SP
CEP 05508-900 - RT - Seção 471
Tel: (011) 817-7415
Fax: (011) 814-4695

RESUMO:

A incineração é utilizada desde o século passado como alternativa para a redução do lixo urbano e há aproximadamente quatro décadas, para resíduos perigosos face aos excelentes resultados que esta técnica oferece. A indústria nuclear também está trabalhando neste desenvolvimento relacionado ao gerenciamento de rejeitos radioativos. Este trabalho tem como objetivo apresentar de uma forma sucinta, as características principais dos processos de incineração de rejeitos radioativos. Mostra-se, além do que existe na área convencional, a classificação dos rejeitos, as técnicas de incineração empregadas, como é feito o gerenciamento das cinzas, o tratamento de gases de combustão e os aspectos relacionados à monitoração, instrumentação e controle do processo. Os aspectos normativos relacionados ao licenciamento para instalação e operação de um sistema de incineração de rejeitos radioativos de nível baixo, também são discutidos.

Palavras Chaves: Rejeitos Radioativos; Incineração; Redução de Volume

INTRODUÇÃO

Estima-se que no mínimo 50%, podendo chegar a 80%, de todo rejeito sólido de nível baixo (RSNB) gerado em uma planta nuclear, pode ser classificado como combustível. O rejeito radioativo seco (RRS) é a categoria principal de rejeitos suscetíveis de redução de volume por incineração. Adicionalmente, líquidos orgânicos com poder calorífico mínimo, por exemplo óleos minerais ou solventes e resinas de troca iônica exauridas, também podem ser incinerados.

A incineração permite obter um fator de redução de volume de aproximadamente 100 vezes, além de um fator de redução de peso de 20 /1/. Converte-se a maior parte do material orgânico ou inorgânico em cinzas e resíduos não combustíveis, quimicamente inertes, mais estáveis e homogêneos, favorecendo o seu condicionamento para uma estocagem e disposição mais seguras.

Após a incineração, a redução de volume é muito alta e portanto ocorre o aumento da atividade específica das cinzas e resíduos gerados, tornando o gerenciamento uma parte muito importante do processo global de incineração.

Outro ponto a ser considerado é o tratamento dos gases gerados pelo processo de incineração. As autoridades internacionais e nacionais preocupam-se com a conservação ambiental e os limites de liberação para diversos constituintes por exemplo ácido clorídrico, ácido fluorídrico, monóxido de carbono, hidrocarbonetos, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio etc, e contaminantes radioativos por exemplo, ^3H , ^{14}C , ^{137}Cs , ^{131}I , ^{60}Co , entre outros, resultando na necessidade de processos de incineração adequados, aliados a um sistema de tratamento de gases de eficiência alta.

A instrumentação e o controle de uma planta para incineração de rejeitos radioativos possuem as mesmas características das plantas

convencionais, acrescidos de um sistema apropriado de monitoração da radiação. O manuseio é indireto via operação remota da planta para assegurar a proteção dos operadores contra os riscos radiológicos.

TIPO E CLASSIFICAÇÃO DE REJEITOS RADIOATIVOS

Rejeito radioativo é qualquer material resultante de atividades humanas, que contenha radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados em Norma CNEN-NE-6.02 /2/ e para o qual a reutilização é imprópria ou não prevista /3/.

Os tipos principais de rejeitos combustíveis, encontrados em uma instalação nuclear¹, são exemplificados a seguir /4;5/:

- Rejeito Radioativo Seco - Vestimenta de proteção; luvas de borracha e algodão, sapatos e galochas, papel e papelão, roupas em geral, materiais em madeira, saco/lona plástica etc;
- Óleos;
- Resina de troca iônica exaurida;
- Solventes, por exemplo tributilfostato (TBP);
- Carcaças de animais usados em experiências ou controle de qualidade de radiofármacos;
- Rejeitos contendo elementos transurânicos (TRU)

Os rejeitos radioativos são classificados em categorias segundo o estado físico, natureza da radiação, concentração e taxa de exposição.

TÉCNICAS DE INCINERAÇÃO

As técnicas de incineração mais empregadas para rejeitos radioativos, nos países que possuem esta tecnologia, são:

- incineração com ar controlado;
- incineração com ar em excesso;
- pirólise contínua;
- pirólise por batelada; e
- incineração com leito fluidizado

Outros processos de incineração por exemplo, a digestão ácida, a pirohidrólise para rejeitos sólidos, sais fundidos e vidros fundidos, oxidação por via úmida e fermentação microbológica, também estão sendo empregados, porém em escalas de laboratório ou piloto /1/.

A Figura 1 mostra um diagrama de blocos genérico de um sistema de incineração de rejeitos radioativos.

GERENCIAMENTO DAS CINZAS

As cinzas geradas em um processo de incineração são manuseadas com maior facilidade e têm características adequadas para uma estocagem e disposição seguras.

Como características principais, as cinzas provenientes de um processo de incineração, são quimicamente estáveis, fisicamente homogêneas, tóxica e biologicamente inertes. Sob o aspecto radiológico ocorre a concentração de radioatividade mantendo sua classificação como rejeito radioativo. Desta forma a aplicação de um processo de condicionamento que favoreça o manuseio, estocagem e disposição final, aumenta a qualidade do produto final e assegura a redução máxima de volume /6/.

Os processos principais de condicionamento de cinzas radioativas empregados são:

- Imobilização simples utilizando-se matrizes de cimento, resina e processo misto (cimento e resina);

São consideradas todas as instalações pertencentes ao ciclo do combustível nuclear por exemplo, reator de potência, instalações da conversão, Enriquecimento, laboratórios etc, além de centros de pesquisa, hospitais, universidades, produção de radioisótopos e indústrias convencionais.

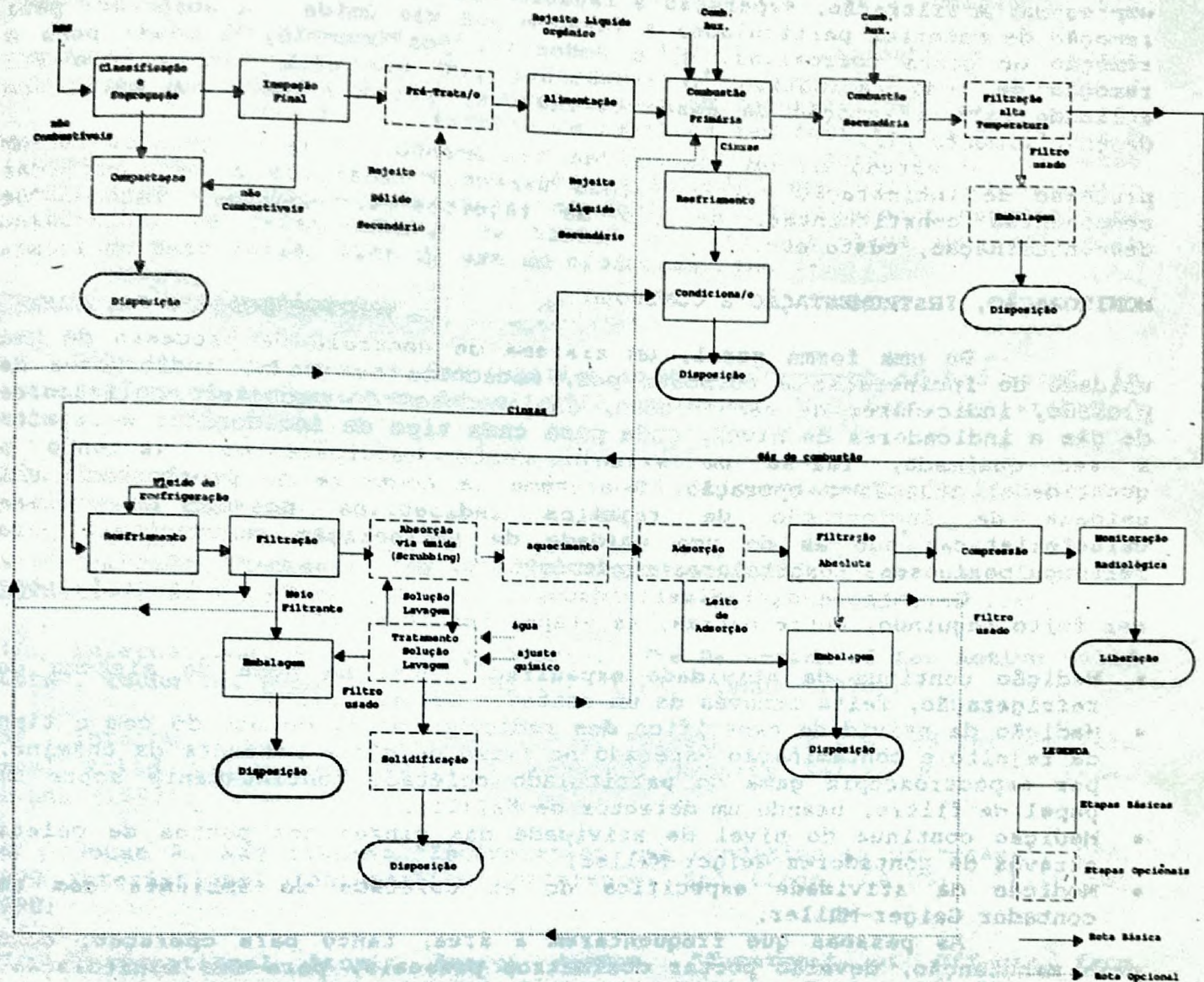


Figura 1 - Diagrama de blocos genérico que mostra sistema para incineração de rejeitos radioativos

TRATAMENTO DE GASES

Os gases resultantes, emergentes das câmaras de combustão, encontram-se geralmente em uma faixa de temperatura entre 800 e 1200 °C. Os radionuclídeos responsáveis pela contaminação radioativa de uma unidade de incineração, podem ser encontrados na forma de gases de combustão, particulados arrastados pelos gases e ainda na forma de vapor. Podemos destacar o Iodo, Rutênio e o Césio como os elementos voláteis mais comuns, além de gases $^{14}\text{CO}_2$, $^3\text{H}_2\text{O}$, $^{35}\text{SO}_2$ etc. Adicionalmente, os gases podem conter constituintes corrosivos e/ou insalubres, por exemplo, óxidos de nitrogênio, monóxidos e dióxidos de carbono, dióxido de enxofre, ácido clorídrico e fluorídrico, hidrocarbonetos etc, dependendo da composição química do rejeito incinerado e da temperatura de combustão.

O sistema de tratamento de gases de combustão consiste de componentes que executam operações de limpeza por filtração (filtros HEPA, cerâmicos, manga etc), separação (ciclones, separador eletrostático etc), lavagem (torres de lavagem, lavador Venturi, lavador tipo jato etc),

absorção ou adsorção, além daqueles usados para o aquecimento/resfriamento dos gases (injetores de ar, de água, trocadores de calor etc).

Estes componentes são combinados de acordo com as características dos rejeitos alimentados e da técnica de incineração empregada. A filtração, separação e lavagem por via úmida, são usadas para a remoção de material particulado; a lavagem por via úmida e a absorção, para remoção de gases corrosivos; e, a adsorção, por exemplo, é usada para a remoção de iodo radioativo. O tratamento por via seca também pode ser aplicado para a remoção de gases corrosivos, porém ainda é um método em desenvolvimento /7/.

O estudo de um sistema de tratamento de gases gerados em um processo de incineração envolve ainda aspectos relativos à segurança dos componentes constituintes, geração de rejeitos secundários, fatores de descontaminação, custo etc.

MONITORAÇÃO, INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE

De uma forma geral, um sistema de controle de processo de uma unidade de incineração é composta por, medidores de vazão, indicadores de pressão, indicadores de temperatura, analisadores de pressão, analisadores de gás e indicadores de nível, onde para cada tipo de incinerador e rejeito a ser queimado, faz-se um arranjo destes equipamentos, variando a quantidade, atuação e operação. O sistema de controle de processo de uma unidade de incineração de rejeitos radioativos possui as mesmas características que as de uma unidade de incineração convencional para resíduos perigosos, hospitalares ou domésticos.

O controle da radioatividade de uma unidade de incineração pode ser feito seguindo, entre outras, as etapas seguintes /8/:

- Medição contínua da atividade específica total na água do sistema de refrigeração, feita através de um contador Geiger-Müller;
- Medição da atividade específica dos radionuclídeos, de acordo com o tipo de rejeito e contaminação esperado no fluxo de gás a montante da chaminé, por espectroscopia gama do particulado coletado continuamente sobre um papel de filtro, usando um detector de NaI(Tl);
- Medição contínua do nível de atividade das cinzas nos pontos de coleta através de contadores Geiger-Müller;
- Medição da atividade específica do ar coletado do ambiente com um contador Geiger-Müller.

As pessoas que frequentarem a área, tanto para operação, como para manutenção, deverão portar dosímetros pessoais, para sua monitoração. As áreas vizinhas à unidade de incineração, devem ser monitoradas periodicamente utilizando-se monitores portáteis convencionais que permitirão detectar contaminações eventuais.

LICENCIAMENTO DE INCINERADORES DE REJEITOS RADIOATIVOS

O órgão que rege o licenciamento de instalações radioativas é a Comissão Nacional de Energia Nuclear, CNEN, que exige um relatório de análise de segurança (RAS), onde são descritas as atividades exercidas na instalação.

O processo de incineração é parte integrante do processo de tratamento de rejeitos radioativos, portanto o relatório deve ser inserido dentro do capítulo de gerenciamento de rejeitos radioativos, onde devem ser especificados os critérios utilizados para o projeto do sistema de incineração.

"A priori" a CNEN não apresenta exigências específicas para a execução do projeto, instalação, montagem e operação de um incinerador para rejeitos radioativos, portanto, para operar uma unidade de incineração devem, no mínimo, ser seguidas as exigências descritas para incineradores convencionais de resíduos industriais perigosos /9/, além das recomendações de segurança quanto a proteção radiológica, de acordo com as diretrizes básicas de radioproteção /10/.

CONCLUSÕES

A necessidade da redução do volume de rejeitos radioativos, para facilitar o gerenciamento, com uma técnica comprovadamente eficiente e segura, faz com que a tecnologia de incineração seja cuidadosamente estudada.

A redução de volume dos rejeitos radioativos favorece economicamente os processos de gerenciamento de cinzas bem como diminui a quantidade de embalados que serão depositados em repositórios finais.

A técnica de incineração de rejeitos radioativos é a mesma que a empregada para resíduos ditos convencionais. As características diferentes são por exemplo, o plano de proteção radiológica que entre outros exige materiais de construção com requisitos de blindagem, sistemas especiais de monitoração, um gerenciamento de cinzas adequado, sistema de tratamento específico para gases, além do uso de operações remotas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- /1/ Hild W.; "The Role of Incineration in the Management of Radwaste", in Incineration of Radioactive Waste, CEID and A. J. Van Loon, by Graham & Trotman Ltd, UK, 1985;
- /2/ Comissão Nacional de Energia Nuclear, "Licenciamento de Instalações Radiativas"; CNEN-NE-6.02, Outubro de 1984;
- /3/ Comissão Nacional de Energia Nuclear, "Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radiativas"; CNEN-NE-6.05, Novembro de 1985;
- /4/ International Atomic Energy Agency, "The Reduction of Low Active Solid Waste", Technical Reports Series N^o 106, IAEA, Vienna (1970);
- /5/ International Atomic Energy Agency, "Treatment of Low and Intermediate Level Solid Radioactive Waste", Technical Reports Series N^o 223, IAEA, Vienna (1983);
- /6/ Jouan A. and others; "Incineration ash conditioning processes", CEA, 1990 International Incineration Conference, San Diego, CA(US), 14-18 may 1990;
- /7/ International Atomic Energy Agency, "Treatment of Off-gas from Radioactive Waste Incinerators"; Technical Reports Series N^o 302, IAEA, Vienna (1989);
- /8/ Sandrelli, G.; Agrati, G. and others; "Application of Process Control System in a semi-industrial LLW Incinerator", in Waste Management, volume 10, number 3, 1990, Special Issue - Incineration;
- /9/ CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, "Apresentação de projeto de incineradores de resíduos perigosos", Gerência de resíduos sólidos, GRS/SAP/DCCTI, dezembro de 1987.
- /10/ Comissão Nacional de Energia Nuclear, "Diretrizes Básicas de Radioproteção", CNEN-NE-3.01, Novembro de 1986;